

DE29507357U

Patent number: DE29507357U
Publication date: 1995-07-06
Inventor:
Applicant: PETZKE WOLFGANG DIPL ING (DE)
Classification:
- **international:** G01B7/16; G01L3/10; G01L3/24; G01B7/16; G01L3/00;
G01L3/10; (IPC1-7): G01L1/22; A61B5/22; G01B7/16;
G01L1/26; G01L5/00
- **European:** G01B7/18; G01L3/10D; G01L3/24B
Application number: DE19952007357U 19950405
Priority number(s): DE19952007357U 19950405

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE29507357U

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ **Gebrauchsmuster**
⑯ **DE 295 07 357 U 1**

⑯ Int. Cl. 6:
G 01 L 1/22
G 01 L 5/00
G 01 B 7/16
G 01 L 1/26
A 61 B 5/22

⑯ Aktenzeichen: 295 07 357.8
⑯ Anmeldetag: 5. 4. 95
⑯ Eintragungstag: 6. 7. 95
⑯ Bekanntmachung im Patentblatt: 17. 8. 95

DE 295 07 357 U 1

⑯ Inhaber:
Petzke, Wolfgang, Dipl.-Ing., 80634 München, DE

DE 295 07 357 U 1

⑯ Vorrichtung zur Erfassung und Anzeige des Tretkraftverlaufs an einem Fahrrad

07.04.95
1

Beschreibung

5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erfassung des aufgebrachten Kraftverlaufs an einer Kurbel, indem die Schubverformungen am Kurbelzapfen gemessen werden und der zugehörige Kurbelwinkel mit Hilfe einer Zeitmessung von einem Positionsgeber aus bestimmt wird und indem die digitalisierten Meßwerte zur Anzeige an einen Empfänger drahtlos gesendet werden.

10 Eine Vorrichtung zur Erfassung des aufgebrachten Kraftverlaufs an einer Kurbel wurde in G 94 15 162.8 bereits beschrieben.
Die Erfindung wurde besonders im Hinblick einfache Montierbarkeit, bequeme und einfache Benutzung, wirtschaftliche Herstellung weiter ausgestaltet.
Die Detailverbesserungen und Änderungen werden hier beschrieben.

15

Bei der Messung des Tretkraftverlaufs mit DMS an den Kurbelzapfen bzw. Pedalachsen in Querkraftrichtung wird bei normaler Beanspruchung nur ein äußerst schwaches Signal erzeugt. Zur Auswertung des Signals ist eine hohe Verstärkung notwendig.

20 Störungen, aus elektromagnetischen Feldern und aus mechanischen, sowie thermischen Belastungen auf die Verbindungsleitungen werden zum größten Teil mitverstärkt. Bereits eine Berührung der Verbindungsleitungen bewirkt eine Signalschwankung.
Die Lösung besteht erfindungsgemäß darin, diese Meßleitungen so kurz und geschützt wie möglich zu gestalten. Nach Anspruch 1 wird dies erreicht, indem der zur Verstärkung eingesetzte Halbleiterbaustein auf einer flexiblen Leiterfolie an der Achse befestigt wird. Die geringe Baugröße gestattet, daß dies vom Platzbedarf möglich ist.

25 Die Leiterfolie dient dazu die Anschlüsse zu den DMS zu bilden. Andererseits können die DMS auch so gestaltet werden, daß die Leiterbahnen und Anschlüsse bereits auf der DMS-Folie enthalten sind.
Bei einer größeren Stückzahl ist es kostengünstiger den Verstärkerbaustein als gehäuselosen

30 Siliziumkristall (dice) auf die Leiterfolie oder über ein Kontaktmaterial direkt auf die Achse aufzubringen und die Anschlüsse zwischen Leiterfolie und Baustein oder direkt zwischen DMS und Baustein mit einem Bondautomaten herzustellen. Die Positionierung des Bondautomaten bezüglich Achsumfangsrichtung wird als Achsdrehung ausgeführt.

35 Eine weitere Verbesserung bei der Störsignalunterdrückung wird erreicht, wenn nach Anspruch 2 das Meßsignal vor dem aus dem Schutzbereich des Pedalkörpers Herausleiten digitalisiert wird. Dazu wird ein Analogwandler mit asynchroner serieller Datenschnittstelle ebenfalls auf der Leiterfolie plaziert. Bei Verwendung eines AD-Wandlers mit 2 Kanälen verringert sich die Zahl der nach außen zu führenden Leitungen auf 3. Es wird nur eine Masseleitung, eine Versorgungsspannungsleitung und eine Datenleitung benötigt, wenn alle übrigen Bauteile, wie z.B. Abgleichwiderstände, ebenfalls auf der Leiterfolie direkt auf der Achse plaziert werden.

40

45 Es wurden bereits eine Vielzahl von Meßanordnungen zur Tretkraftbestimmung entworfen und in Fachzeitschriften veröffentlicht. Diese wurden bisher aber immer nur unter Laborbedingungen betrieben.
Eine Schwierigkeit die Meßanordnung zur Nachrüstung von beliebigen Fahrrädern für den normalen Betrieb

2950173 57

07.04.95

zu gestalten liegt in der Verbindung der sensiblen Elektronik mit den mechanischen Beanspruchungen beim Betrieb.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es das Meßsystem so kompakt zu gestalten, daß möglichst wenige externe Bauteile notwendig sind und diese so einfach und stabil wie möglich.

5 Nach Anspruch 3 wird daher vorgeschlagen, den Mikrokontroller ebenfalls im Bereich der DMS und der Pedalachse anzubringen.

Eine besonders günstige Ausgestaltung wird darin gesehen, eine Kombination aus Verstärkerbaustein, Mikrokontroller und AD-Wandler (kundenspezifischer, gemischt analog-digitaler ASIC) auf einem

10 gemeinsamen Siliciumkristall zu verwenden. Dies ist bei einer größeren Stückzahl die kostengünstigste Lösung.

Dabei fällt die Verlegung der Verbindungen zwischen den einzelnen Bausteinen weg.

Nach außen braucht nur die Versorgungsleitung für die Batterie, die Leitung für die Sendedaten und die Leitung für das Positionsignal geführt zu werden. Die gesamte sensible Elektronik befindet sich im

15 Schutzbereich des Pedalkörpers. Darüberhinaus können auch die Abgleichwiderstände für die Brücken und eine Temperaturkompensation und eine Kompensationschaltung für Versorgungsspannungsschwankungen auf dem ASIC untergebracht werden.

In der Erfindung nach G 94 15 162.8 wurde ein Verfahren aufgezeigt den aktuellen Kurbelwinkel über einen

20 Positionsgeber auf dem Kurbelkreis und eine Zeitmessung durchzuführen.

Es wurden als Positionsgeber eine Kombination aus einem an der Kurbel befindlichen Reedschalter und einem feststehenden Magneten am Rahmen vorgeschlagen, wie diese in der Fahrradcomputertechnik üblich sind.

Nachteilig an dieser Lösung ist die Erfordernis eine relativ enge Montagetoleranz einzuhalten. Der

25 Reedschalter spricht nur bei einem Abstand von Ca 1 bis 5 mm zum Magnet an.

Für die Ausstattung eines Fahrrads mit je einer Meßeinrichtung an der rechten und linken Tretkurbel müßten folglich auch je ein Magnet an der rechten und der linken Seite als Signalgeber montiert werden.

Es wäre zwar möglich die Magneten in einem gemeinsamen Gehäuse mit dem Meßwertempfänger unterzubringen und dieses im Bereich des Tretlagers anzutragen, die unterschiedliche Ausgestaltung der

30 Rahmen, Kurbeln und -Achsen erschwert allerdings eine einheitlich passende konstruktive Gestaltung.

Bei Gangschaltungen mit 3 Kettenblättern herrschen beengte Platzverhältnisse, so daß eine Montage von Reedschalter und Magnet mit dem benötigten Abstand besonders schwierig wird.

In der Telemetrie und drahtlosen Meßtechnik ist das Verfahren der Datenübertragung mittels IR-Strahlung gebräuchlich. Beispielsweise werden bei einer Meßeinrichtung für die Radlagerbelastung an einem

35 Versuchsauto die Daten vom rotierenden Meßaufnehmer mit einer IR-Diode gesendet und von über den Bewegungskreis verteilten Empfangsdiode empfangen. Bei einer Übertragung dieser Methode auf das Pedalkraftmeßsystem wäre es nötig mehrere Empfangsdiode um das Tretlager herum verteilt anzutragen.

Die oben genannten Nachteile zu vermeiden, wird nach Anspruch 4 bewirkt, indem der Meßwertempfänger

40 seinerseits IR-Impulse aussendet, die beim Vorbeiführen der Kurbel durch den Strahl vom Meßsender empfangen werden. Worauf der Meßsender die Meßdaten sendet. Die Datenübertragungsrate ist dabei so gewählt, daß bei maximaler Trittfrequenz die Daten einer Tretperiode innerhalb des Empfangsbereichs des Datenempfängers übertragen werden.

295073 57

07.04.95
3

Indem der Signalgeber und Meßwertempfänger räumlich eine Einheit bilden, wird es möglich, bei beliebigen Trittfrequenzen jeweils die Daten sehr exakt dann zu senden, wenn Sender und Empfänger minimalen Abstand zueinander haben.

Es ist nicht mehr nötig, daß über einen größeren Winkelbereich eine Empfangsmöglichkeit für die

5 IR-Strahlen besteht oder daß die Daten mehrfach hintereinander gesendet werden.
Die Anordnung und Gestaltung der Meßsender- und des Empfängergehäuses verhindert, daß während der Datenübertragung Sonnenlicht direkt auf die Empfangsdioden fallen kann und die Übertragung stört.
Die IR-Strahlung zur Positionsmarkierung wird gepulst, um den Stromverbrauch zu minimieren und um auf Empfängerseite das Signal eindeutig zu erkennen.

10 Die Einheit von Positionssignalgeber und Datenempfänger verringert nebenbei die Anzahl zu montierender Teile.

Im Vergleich zu Reedschalter und Magnet wird durch die Verwendung der IR-Strahlung als Positionsgeber die Montagetoleranz wesentlich vergrößert.

15 Rechte und linke Kurbelseite können trotz Gangschaltung identisch aufgebaut werden.

Indem nach Anspruch 4 IR-Strahlung als Positionsmarkierung verwendet wird, ist es möglich von der Anzeigeeinheit am Lenker aus das Winkelsignal ein- und auszuschalten (beim Winkelgeber aus Reedschalter und Magnet ist es nicht möglich die Wirkung des Magneten ein- und auszuschalten).

20 Dadurch ergibt sich folgende weitere sehr günstige Eigenschaft aus der Erfindung:

Die Meßwerterfassungseinheiten an den Kurbeln verfügen über eine Standby-Schaltung mit sehr geringem Stromverbrauch, die das IR-Signal des Positionsgebers detektieren kann. Bei Empfang des IR-Signals wird die Meßwerterfassung in Betrieb gesetzt.

25 So lassen sich durch das Einschalten des IR-Positionsgebersignals die Meßsender an den Kurbeln einschalten. Wird hingegen das IR-Signal ausgeschaltet, so ermöglicht eine Zeitschaltung in den Meßsendern, daß diese sich nach einer gewissen Zeit ebenso abschalten und in den Standby Modus übergehen.
Die Meßsender können während der Fahrt in Betrieb gesetzt und wieder abgeschaltet werden.

30 Nach Anspruch 5 wird eine vorteilhafte Ausgestaltung angegeben, die insbesondere die Montage an unterschiedliche Bauformen von Fahrradrahmen zusätzlich erleichtert.

Die gemessenen Kraftwerte werden dem Benutzer grafisch angezeigt. Dabei werden die Kraftmeßwerte den Kurbelwinkel zugeordnet. Die Kurbelwinkel werden in Bezug auf den Positionsgeber ermittelt. Daher ist die

35 Lage des Positionsgebers am Kurbelkreis unveränderbar vorgegeben. Der Nullpunkt der Anzeige stimmt nur für die genau vorgegebene Position des Gebers überein.
Wird die Lage des Gebers verändert, verschiebt sich auch der Nullpunkt der Anzeige.

Um beliebige Montageanordnungen des Positionsgebers (IR-Signalgeber, Reedschalter, etc.) bei

40 unterschiedlichen Fahrradrahmen und unterschiedlichen Lagen bzgl des Tretkreises möglich zu machen, wird nach Anspruch 5 vorgeschlagen, den Winkel der Kurbel unter dem der Positionsgeber anspricht an der Anzeigeeinheit einzugeben. Die Anzeige des Kraftverlaufs erfolgt unter Umrechnung der Winkelwerte um diesen Winkel, so daß die Anzeige mit der zugehörigen Pedalstellung übereinstimmt.

45 Dies ist für linkes und rechtes Pedal getrennt möglich.

295073 57

07.04.95
4

Die Darstellung des Kraftverlaufs soll für den Benutzer möglichst eindeutig sein.

In wissenschaftlichen Veröffentlichungen wird der Kraftverlauf über den Tretkreisumfang in einem rechtwinkligen Koordinatensystem dargestellt. Der Umfangswinkel wird auf einer horizontalen Achse

5 angetragen und der Betrag der Kraft auf einer vertikalen.

Dies erfordert aber, daß die Vorstellung des Zusammenhangs zwischen Kurbelwinkel und Position auf der horizontalen Achse im Kopf des Betrachters vor sich geht.

Nach Anspruch 6 wird vorgeschlagen, die Anzeige der Kräfte bezüglich des Kurbelwinkels radial an einem Kreis vorzunehmen, wobei der Winkel am Anzeigekreis, unter dem die Kraft dargestellt wird, mit dem

10 Winkel der Kurbel zum zugehörigen Meßzeitpunkt übereinstimmt.

Die ehemals horizontal angetragenen Kraftwerte werden dann radial angetragen; positive Werte nach außen, negative Werte nach innen.

Der Umlaufsinn, d.h. die Seite von der aus der Tretkreis betrachtet wird, ist einstellbar, da dies von der Vorstellung des Benutzers abhängt.

15 Als Kraftwerte können wahlweise die Gesamt-Kraft, die Tangential-Kraft oder die Normalkraft angezeigt werden.

20 Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert; in dieser zeigt Fig. 1 die Positionsgeber- und Meßdatenempfangseinheit (9), den Meßsender (13), die linke Tretkurbel (10) und die Achse (11) des Pedals. Der Winkel der Kurbel bezüglich dem Ansprechen des Positionsgebers.

25 Fig. 2 zeigt eine Leiterfolie (12) mit integrierten DMS Halbbrücken (1,2,3,4) zur Schubspannungsmessung, einem analog-digitalem ASIC (5) mit den Anschlüssen für die DMS, Masse, Versorgungsspannung, sowie Positionsgebersignal-Eingang und Datensignal-Ausgang. Die Breite der Folie entspricht dem Achsumfang (D^*pi). Die Abstände der DMS untereinander betragen jeweils einviertel des Achsumfangs, so daß die DMS nach Aufbringen der Folie rotationssymmetrisch zum Achsenmittelpunkt liegen.

30 Die Folie ist die gleiche wie für die DMS verwendete. Die Verbindungs-Leiterbahnen zwischen den DMS und dem ASIC-Baustein sind lediglich wesentlich breiter, als die der DMS und somit weniger dehnungsempfindlich.

35 Fig. 3 zeigt die mit der Leiterfolie (12) beklebte Pedalachse (11) mit den nach außen geführten Anschlüssen. Die Achse ist in die Kurbel (10) eingeschraubt. Die DMS und die Elektronik wird von einer wasserdichten Schutzschicht (22) abgedeckt. Der Pedalkörper (21) überlagert ebenfalls die Meßstelle mit der Elektronik und schützt sie vor mechanischer Einwirkung.

40 Der ASIC, bzw der Microcontroller mit AD-Wandler und Verstärker werden als gehäuseloser Siliciumkristall über ein geeignetes Trägermaterial, daß die Krümmung der Achse ausgleicht, auf die Achse aufgebracht. Ein typischer gehäuseloser Microcontroller einschließlich A/D Wandler hat die Maße 6 * 6 * 0.5 [mm] und läßt sich problemlos auf der Pedalachse innerhalb des Pedalkörpers unterbringen.

45 Fig. 4 zeigt beispielhaft ein Flußdiagramm der gesamten Meßanordnung. Linke und rechte Seite sind identisch aufgebaut, so daß nur die eine, linke Seite beschrieben wird.

295073 37

07.04.95

Auf der Pedalachse (11) befinden sich die DMS-Brücken und die Signalverstärkung. Der Meßsender (13) mit Microcontroller, AD-Wandler, IR-Datensende-Diode (17), Positions-Empfangsdiode (16) und Standby-Verstärkerschaltung (20) befindet sich an der Kurbel (10).
Die Positionsgeber und Datenempfangseinheit (9) mit der IR-Daten-Empfangsdiode (14) und der

5 Positionsgeber-Sendediode (15) befinden sich feststehend am Rahmen.
Positionsgeber-Empfangseinheit für rechte und linke Seite kann erfindungsgemäß in einem Gehäuse untergebracht sein. Darin befindet sich ebenfalls ein Datenempfangssignal-Verstärker.
Die Anzeigeeinheit mit Microcontroller und Display befindet sich im Blickfeld des Fahrers.

10 Fig. 5 zeigt die Positionsgeber-Empfangseinheit (9) mit jeweils 2 Empfangsdioden für jede Seite, den Meßsender (13) an der linken Kurbel (10) und den Meßsender (19) an der rechten Kurbel (18), sowie den Blick auf eine mögliche Anordnung des Meßsenders bei Einsatz einer Gangschaltung mit kleinem (Mountain-Bike-)Kettenblatt.

15 Fig. 6 zeigt im Detail die Anordnung der IR-Dioden.
Abstrahl und Empfangscharakteristik der Positionsgeber-Sendediode (15) und der Positions-Empfangsdiode (16) werden durch spaltförmige Blenden auf einen in Bewegungsrichtung engen Winkelbereich eingeschränkt. Die Gehäuseabmessungen im Bezug auf die Blendenanordnung sind so

20 abgestimmt, daß während der Datenübertragung keine direkte Störstrahlung einfallen kann, z.B. bei tiefstehender Sonne.
Das Gehäuse im Bereich der Senderdiode und der Empfängerdiode ist spaltförmig gestaltet, so daß die IR-Strahlung innerhalb eines Kurbelwinkels von Ca 3° empfangen werden kann. Die Fokussierung in radialer Richtung, d.h. quer zur Drehrichtung der Kurbel, ist hingegen geringer (Ca 30°), um genügend

25 Spielraum für die Montage an unterschiedlichen Geometrien zu erlangen.
Es ist zu erkennen, daß zu dem Zeitpunkt, wenn der Positions-Empfänger anspricht, Daten-Sende- und -Empfangs-Diode so zueinander stehen, daß die Daten über einen möglichst großen Kurbelwinkelbereich empfangen werden können.

30 Fig 7 zeigt einen typischen Tretkraftverlauf angetragen an einem Bezugskreis (Null-Kraftkreis). Der Winkel unter dem die Kraftwerte angetragen sind, stimmt mit dem Kurbelwinkel zum Meßzeitpunkt überein. Die positiven Meßwerte werden unter dem jeweiligen Winkel radial nach außen angetragen, die negativen nach innen. Die Skalierung der Werte erfolgt so, daß der Radius 0 nicht unterschritten wird.

35 Um das Ablesen zu erleichtern, werden jeweils die Kraftverläufe mehrerer Perioden gemittelt, so daß die Anzeige nicht zu stark schwankt.
Es lassen sich auf diese Weise die Gesamt-, Tangential, und Normalkraftwerte anzeigen. Für die Darstellung von rechtem und linkem Tretkraftverlauf können zwei Grafiken nebeneinander angezeigt werden.

40

Die vorliegende Erfindung ist in keiner Weise auf die Anwendung gemäß den Ausführungsbeispielen beschränkt, sondern läßt sich bei jeder Art von Kurbelantrieb anwenden.

45

295073 57

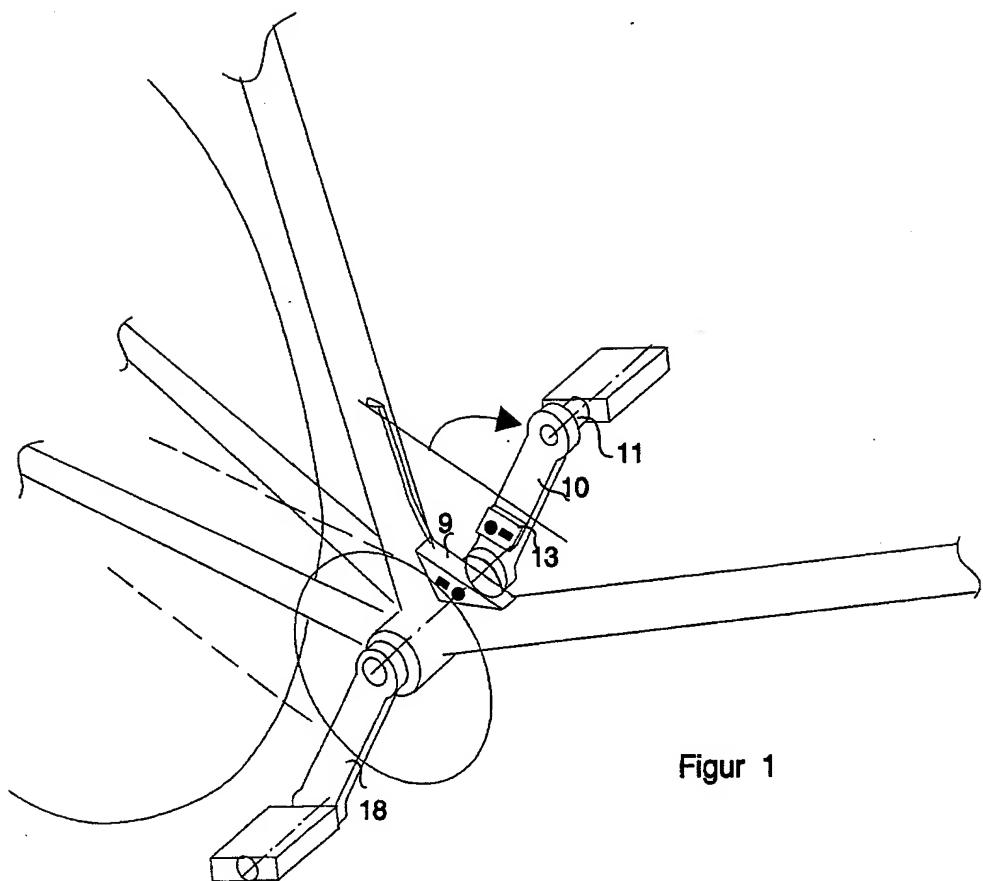
07.04.95

Schutzansprüche

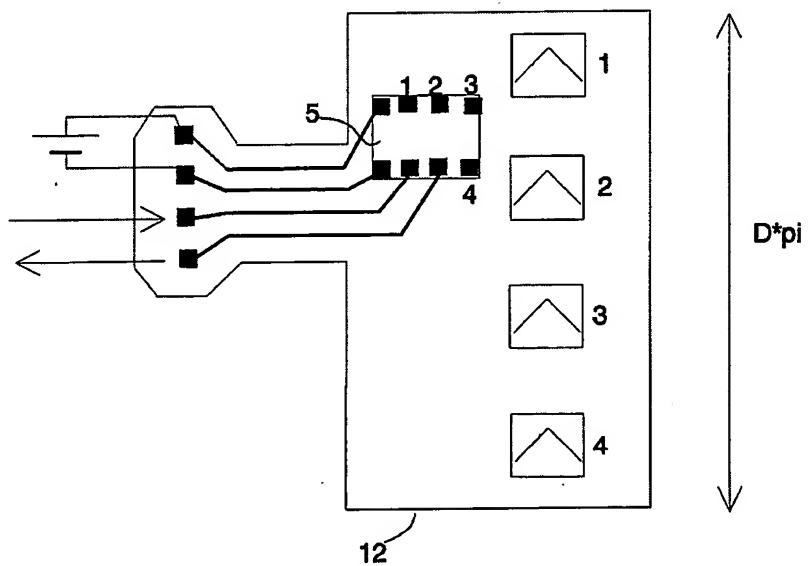
1. Vorrichtung zur Erfassung des aufgebrachten Kraftverlaufs an einer Kurbel (10), indem die Schubverformungen am Kurbelzapfen(11) gemessen werden und der zugehörige Kurbelwinkel mit Hilfe einer Zeitmessung von einem Positionsgeber aus bestimmt wird und indem die digitalisierten Meßwerte an einen Empfänger(9) drahtlos gesendet werden, dadurch gekennzeichnet,
5 daß ein zur Verstärkung des DMS-Meßsignals eingesetzter integrierter Verstärker-Baustein (8) unmittelbar oder über ein Trägermaterial z.B. Leiterfolie (12) auf die Pedalachse (11) in geringer Entfernung zu den DMS(1,2,3,4) aufgebracht wird und die Signalverstärkung zumindest teilweise übernimmt.
- 10 2. Vorrichtung nach 1 dadurch gekennzeichnet,
15 daß der zur Umsetzung des analogen DMS-Signals eingesetzte Analog/Digital Wandler(7) unmittelbar oder über ein Trägermaterial(12) auf die Pedalachse (11) in geringer Entfernung zu dem integrierten Verstärker-Baustein (8) aufgebracht wird oder als Verbundbaustein (ASIC) ausgebildet ist.
- 20 3. Vorrichtung nach Anspruch 2 dadurch gekennzeichnet,
25 daß der zur Auswertung des digitalisierten Meßsignals eingesetzte Microcontroller (6) unmittelbar oder über ein Trägermaterial auf die Pedalachse (11) in geringer Entfernung zum A/D-Wandler aufgebracht wird oder als Verbundbaustein (5) (analog-digitaler ASIC) ausgebildet ist.
- 30 4. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet,
35 daß die Positionsmarkierung und die Datenübertragung über korrespondierende IR-Sende- und -Empfangsdioden (14,15,16,17) erfolgt und daß Positionsgeber und Datenübertragung eine funktionelle und räumliche Einheit bilden.
- 40 5. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 4 dadurch gekennzeichnet,
45 daß der Kurbelwinkel bezüglich dem der Positionsgeber anspricht, zur Kalibrierung der Anzeige eingegeben werden kann.
6. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 5 dadurch gekennzeichnet,
40 daß die Darstellung der Kraft- bzw. Momenten-Meßwerte über den Tretkreis in radialer Richtung bezüglich eines Null-Kraft-Kreises stattfindet, wobei negative Werte nach innen, positive nach außen angetragen werden.

295073 57

07.04.95



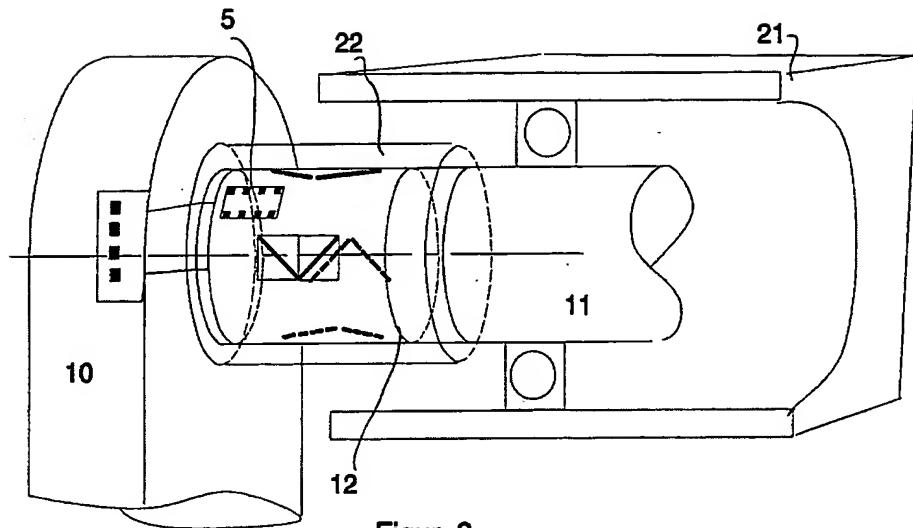
Figur 1



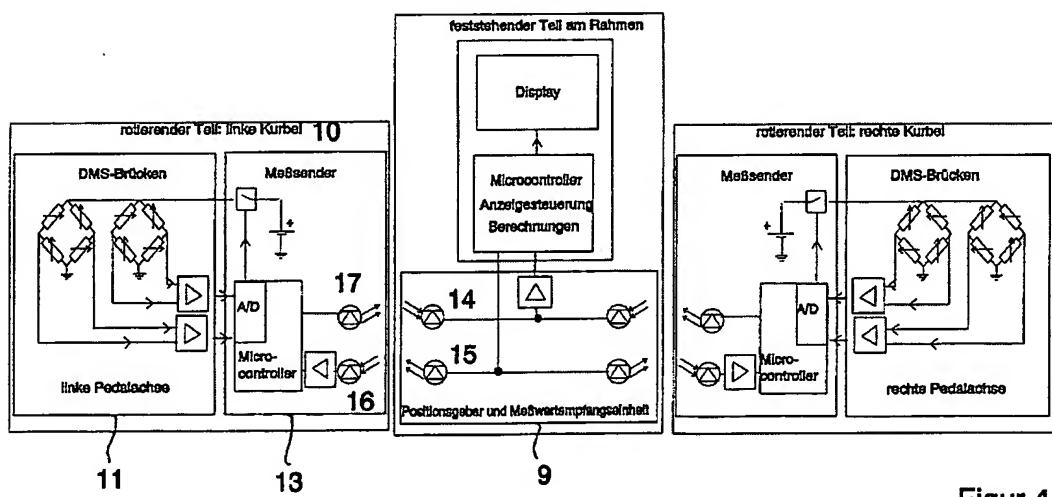
Figur 2

2950173 57

07.04.95



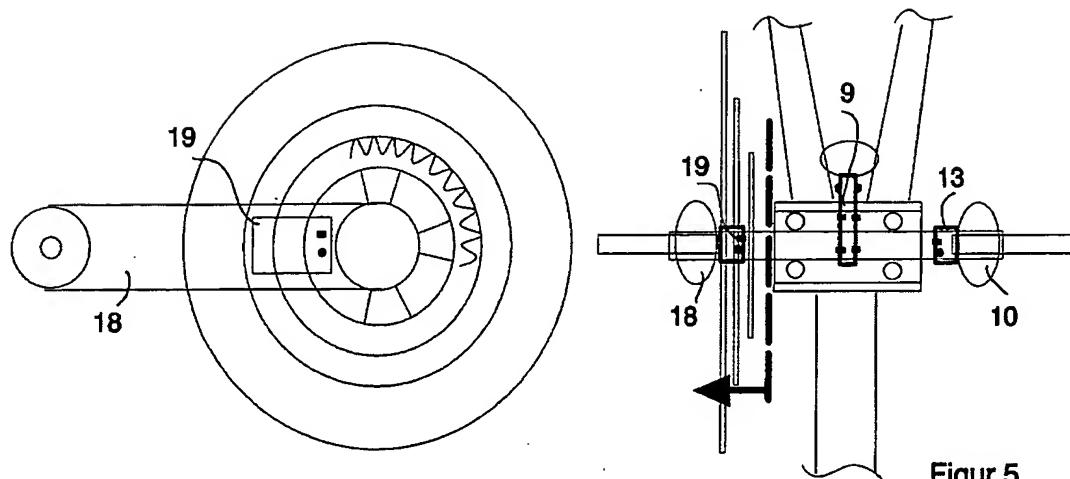
Figur 3



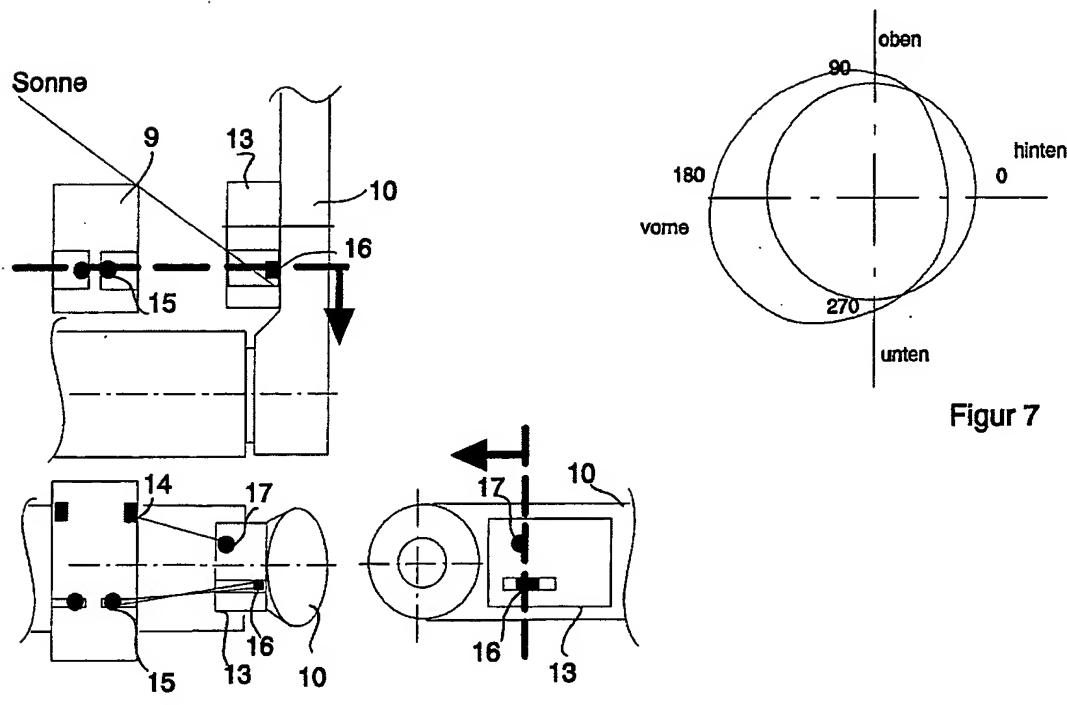
Figur 4

295073 57

07.04.95



Figur 5



Figur 7

Figur 6

295073 57